

AZ INVAZÍV FEHÉR AKÁC (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) MAGBANKJA FEKETEFE NYVESEK TALAJÁBAN

CSERESNYÉS IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet,
1022 Budapest, Herman Ottó út 15.; cseresnyes.imre@rissac.hu

Elfogadva: 2010. szeptember 15.

Kulcsszavak: invazív fajok, keményhájúság, mélységi eloszlás, *Pinus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, talajmagbank

Összefoglalás: Az észak-amerikai eredetű fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) napjainkra Magyarország legveszélyesebb invazív fafajává vált. A természetvédelmi és gazdasági problémákat okozó, szintén tájidegen feketefenyő (*Pinus nigra* Arn.) állományai is jelentős területeket borítanak hazánkban. A feketefenyvesek, mint kultúrtársulások, teret engednek az invazív fajok, így az akác térhódításának is. Mivel az akác inváziós sikeréhez annak perzisztens magbankja is hozzájárul, ezért őt, akáccal fertőzött feketefenyő-állományban megvizsgáltuk az akác példányok alatti talajból kimutatható magbank mennyiségét. Területenként öt akácgyed magbankját vizsgáltuk a talaj két (0–6 cm és 6–12 cm) rétegében, rétegenként 2400 cm³ talajmintából. A magokat vizes mosással kinyertük, keményhájúságukat mechanikai szkarifikációval megszüntettük, és életképességüket csíráztatással megállapítottuk. Minden mintaterületen sikerült kimutatnunk a magbank jelenlétét: a talaj felső rétegében átlagosan 1156 db/m², az alsóban 242 db/m² magdenzitást találtunk. Átlagosan a magbank 82,7 %-a a felső, 17,3 %-a az alsó talajrétegből került elő. Megállapítottuk, hogy a fák mellmagassági átmérőjének (korának) növekedésével az alattuk fellelhető talaj-magbank denzitása, valamint az alsó réteg magbankjának aránya növekszik. Hazánkban természetvédelmi törekvéseknek köszönhetően igyekeznek a tájidegen feketefenyveseket őshonos társulásokkal felváltani. Mivel az akác képes a feketefenyvesekben is magbankját kialakítani, ezért a fajcserén átesett területen gátolhatja a természetes vegetáció felújulását, és újabb tájidegen állomány kialakulásához vezethet.

Bevezetés

Az Észak-Amerika keleti részén őshonos fehér akácot (*Robinia pseudoacacia* L.) 1710-ben hozták Magyarországra, és sokoldalú felhasználhatósága miatt jelenleg is intenzíven telepítik (WALKOVSZKI 1998). Ma mintegy 400 000 ha akácos található az országban (a teljes erdőterület 23 %-a), amely több, mint Európa összes országában együttvéve (BARTHA et al. 2006, RÉDEI et al. 2008). Mivel vegetatív úton is jól szaporodik, igénytelen, alkalmazkodóképes, ezért potenciális terjedőképessége igen nagy – noha kártevőinek száma a kezdeti viszonylag alacsony szinthez képest az utóbbi évtizedekben egyre emelkedik (SZABÓKI és CSÓKA 1997, CSÓKA 2006). Spontán terjedése Magyarországon elsősorban a csapadéokban viszonylag szegény homokterületeken valósul meg (RÉDEI et al. 2001). Mivel terjedését a folyamatos erdészeti telepítés is elősegíti, az akácot Magyarország egyik legveszélyesebb invazív neophyta fajaként tartjuk számon (BALOGH et al. 2004).

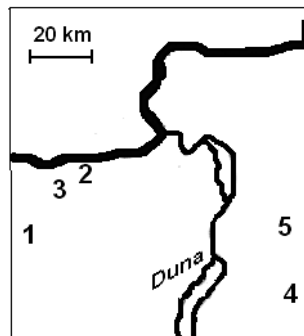
A balkán-mediterrán elterjedésű, így hazánkban szintén tájidegen feketefenyő (*Pinus nigra* Arn.) telepítése is több mint 150 éve folyik Magyarország területén (TAMÁS 2003); jelenleg az országban 63 000 ha területet borít feketefenyves (Állami Erdészeti Szolgálat adatai alapján). Mivel ezek a kultúrtársulások nem rendelkeznek megfelelően szerveződött kísérőfaj-együttessel, ezért az őshonos erdőállományoknál lényegesen könnyebben

engednek teret az invazív fajok térhódításának (TOBISCH et al. 2003). Hazánkban gyakran megfigyelhető az akác inváziója a telepített feketefenyvesekben.

Az akác inváziós sikerét fokozza, hogy keményhájúságának köszönhetően hosszú távú perzisztens magbankkal rendelkezik (CZIMBER 1970, THOMPSON 1993). Mivel a fenyvesítés hatására a területet korábban borító, botanikailag értékes sziklagyepi vagy homoki vegetáció nagymértékben elszegényedett, vagy lokálisan kipusztult (BORHIDI 1956, CSONTOS és LÖKÖS 1992, CSONTOS et al. 1996, HORÁNSZKY 1996), ezért a feketefenyvesek őshonos társulásokra való lecserélése a természetvédelmi törekvéseknek köszönhetően egyre inkább előtérbe kerül, főként a nemzeti parkok területein. Amennyiben az inváziós kísérőfajok képesek magbank kialakítására a feketefenyvesben is, akkor a fenyőállomány kitermelése esetén elhúzódó csírázásukkal nehezítik a későbbi természetes fafajú erdők kialakítását. Ily módon az invazív akác magbankja potenciális természetvédelmi és erdőgazdálkodási problémát jelenthet hazánk feketefenyővel betelepített területein. Ezért munkánk elsődleges célja volt az akác magbank-építő képességének vizsgálata a feketefenyvesekben.

Anyag és módszer

A talaj magbankjának vizsgálatához öt, akáccal fertőzött feketefenyves-állományt jelöltünk ki az észak-magyarországi régió homoktalajjal fedett területein: Tárkány, Komárom, Ács, Csévharaszt és Isaszeg települések határában (1. ábra). A feketefenyvesek helyéről és főbb jellemzőiről a területileg illetékes erdészetektől kaptunk információt (1. Függelék).



1. ábra. A talajmagbank mintavételezésére kijelölt feketefenyves állományok földrajzi elhelyezkedése
Figure 1. Geographical position of *Pinus nigra* plantations involved in soil seed bank sampling. 1. Tárkány; 2. Komárom; 3. Ács; 4. Csévharaszt; 5. Isaszeg

A terepi mintavételezést 2009. július 17. és augusztus 12. között végeztük. Minden mintaterületen kiválasztottunk öt akác egyedet a magbank vizsgálatához. A kiválasztásnál figyelembe vettük, hogy a fa a feketefenyves-állomány szegélyétől legalább 20 m-re helyezkedjen el (szegélyhatástól mentes legyen), valamint lombozata ne fedjen át másik akác lombzatával (a magvak mennyiségét lehetőleg ne befolyásolja a szomszédos egyedek megszórása). Ezután kerületméréssel meghatároztuk a fa mellmagassági átmérőjét. Minden fa körül 5 mintavételi pontot jelöltünk ki a törzstől 1,5–2,0 m-es távolságban, ötszög alakban. A mintavételi pontokon a talaj felszínéről letisztítottuk az avarréteget (valamint az esetlegesen már lehullott ezévi terméseket), majd egy 80 cm² alapterületű mintavevő eszközzel 6 cm mélységű (azaz 480 cm³ térfogatú) hasábokat vágunk ki a talaj két rétegéből: 0–6 és 6–12 cm-es mélységekből. A mintavételi mélység megválasztását indokolta, hogy a 12 cm-nél nagyobb mélységű talajrétegben az akác magvak mennyisége elenyészően csekély (MARJAI 1995b). Egy fa azonos rétegből származó részmintáit egyesítettük, így rétegenként 2400 cm³ talajmintához jutottunk.

A talajmintákat laboratóriumba szállítva, 1,5 mm-es lyukméretű szitán vízsugárral átmostuk, majd a visszamaradt törmelékből szobahőmérsékleten történő szárítás után kiválogattuk az akác magvait. A magbankot képező (azaz életképes) magvak mennyiségét csíráztatással állapítottuk meg. Csíráztatás előtt – a penészedés megakadályozása érdekében – a magvak felszínét 2 percig tartó, 20 %-os etanolos fürdő segítségével sterilizáltuk, majd a fajra jellemző keményhéjúságot mechanikai szkarifikációval megszüntettük (CZIMBER 1980, BASKIN és BASKIN 1998). A csíráztatást 9 cm átmérőjű Petri-csészékben, csapvízzel megnedvesített vattapapíron végeztük 24 °C-on, mesterséges megvilágítás mellett, 21 napig. A vizet szükség szerint pótoltuk, a csírázott magvakat eltávolítottuk. Az 5 nap elteltével meg nem duzzadt magvakat ismételten szkarifikáltuk, majd újra csíráztattuk. A 21. napon megállapítottuk a csírázott és a nem csírázott magok számát.

A magbank nagyságát minden fa esetében db/m³ egységben adtuk meg. Az egyes feketefenyő állományokra vonatkozó átlagos magbank-méretet a vizsgált öt-öt akácegyed mintáiból számítottuk, így talajrétegenként 12 000 cm³ mintatérfogot eredményének tekinthetők. Ez a klimax erdőtársulások mintavételezéséhez használt 4–6000 cm³-es minimáltérfogot 2–3-szorosa (CSONTOS 2001, 2007). A fatörzs mellmagassági átmérőjének (a fa korának) és a magbank nagyságának összefüggését lineáris regresszióanalízissel vizsgáltuk. Ehhez a talaj két rétegében talált csírákés magvak számának négyzetméterre vonatkoztatott összegét vettük figyelembe. Szintén regresszióanalízissel elemeztük a mellmagassági átmérő és az alsó (6–12 cm-es) talajréteg magbankjának %-os aránya közötti összefüggést. Ebben az esetben a magbank-arányt az alsó réteg magtartalmának a teljes magbankhoz viszonyított aránya adta. A kapott összefüggések szignifikanciáját *F*-próbával ellenőriztük (SVÁB 1981).

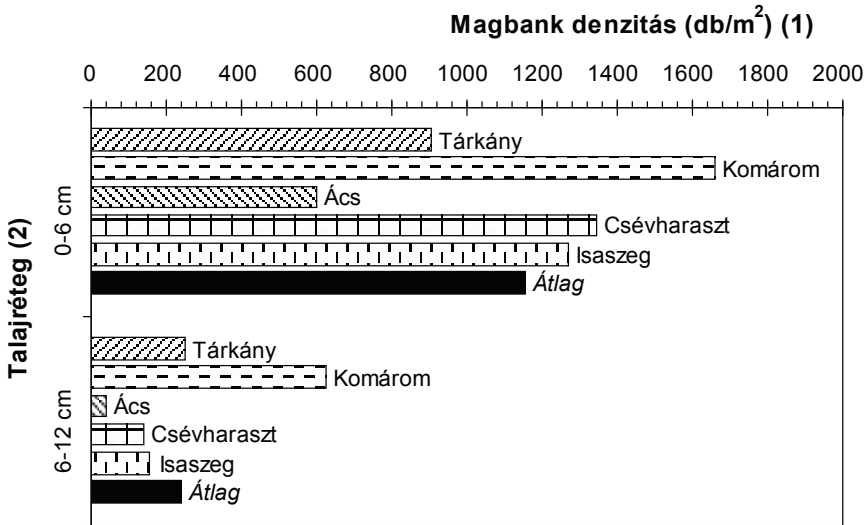
Eredmények

Vizsgálataink során mind az öt mintaterületen, mindkét talajrétegben sikerült kimutatnunk az akác magbankjának jelenlétét. A felső (0–6 cm) talajrétegben minden vizsgált fa alatt találtunk magokat, számuk 20 és 96 db között variált, átlagosan 48,6 db volt (1. Függelék). Az alsó (6–12 cm) talajréteg mintáiban 0 és 38 db között változott a magvak száma, átlagosan 10,1 db-ot találtunk. Az alsó talajréteg csak egyetlen esetben, az ácsi terület egyik fiatal akácegyede alatt nem tartalmazott magokat.

A laboratóriumi csíráztatás során a magtélék magas csírázási arányt mutattak: a mintákból kimosott, összesen 1466 db mag 93,5 %-a, 1371 db bizonyult csírázóképesnek (a felső talajrétegben 93,1 %, az alsóban 95,6 %). A csíráztatási eredmények alapján az életképes magvak átlagos mennyisége 1398 db/m² volt, és ezek megoszlása a felső talajrétegben 1156 db/m², az alsóban 242 db/m² volt (2. ábra). A legnagyobb magbankkal a komáromi feketefenyves-állomány rendelkezett, 2285 db/m² maggal (0–6 cm-es talajréteg: 1660 db/m², 6–12 cm-es talajréteg: 625 db/m²), míg a legkisebb magbankot, összesen 640 db/m²-t mindkét talajrétegben az ácsi állományban mutattuk ki (a felső rétegben 600 db/m², az alsóban 40 db/m² átlagos magszámot kalkuláltunk). A felső talajrétegben talált magszám a teljes magmennyiségnek átlagosan 82,7 %-át képezte, azaz a magvak 17,3 %-a került be a mélyebb rétegbe (3. ábra). A mélyebb talajrétegben a legtöbb magot (a teljes mennyiség 27,4 %-át) a legnagyobb magbankkal rendelkező komáromi állományban találtuk, míg a legkevesebb mag (a teljes mennyiség mindössze 6,3 %-a) a legkisebb magbankkal bíró ácsi állományban jutott a mélyebb zónába.

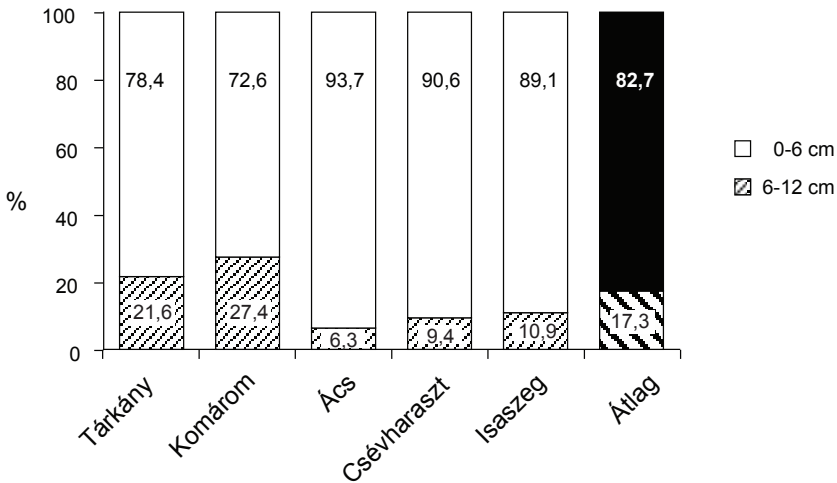
A vizsgálathoz kijelölt akác példányok mellmagassági átmérője 8,9 és 37,2 cm között változott (átlagosan 23,6 cm). A lineáris regresszióanalízis kimutatta, hogy a fa mellmagassági átmérője (azaz az egyed kora) és a két talajrétegben együttesen található magbank nagysága között pozitív korreláció van (4. ábra). A mellmagassági átmérő növekedésével a magbank nagysága az $Y = 62,49X - 100,75$ ($R^2 = 0,6497$) egyenlet szerint növekszik (Y = magszám/m², X = fa mellmagassági átmérője cm-ben). Az elvégzett *F*-próba szerint az összefüggés $p < 0,001$ szinten szignifikáns ($F = 42,63$). Az alsó talajréteg magbankjának aránya szintén lineárisan növekszik a mellmagassági átmérő

függvényében (5. ábra), az $Y = 0,7375X - 4,291$ ($R^2 = 0,5380$) egyenlet szerint (Y = az alsó talajréteg magbankjának aránya %-ban, X = fa mellmagassági átmérője cm-ben). Az összefüggés $p < 0,001$ szinten szignifikáns ($F = 24,43$). Az elemzés során két esetben (a komáromi és a tárkányi feketefenyves egy-egy akác-egyedénél) kiugróan magas értéket kaptunk az alsó réteg magbank-arányára vonatkozóan, ezért a kiugróérték-elemzés elvégzése után ezt a két adatot figyelmen kívül hagytuk.

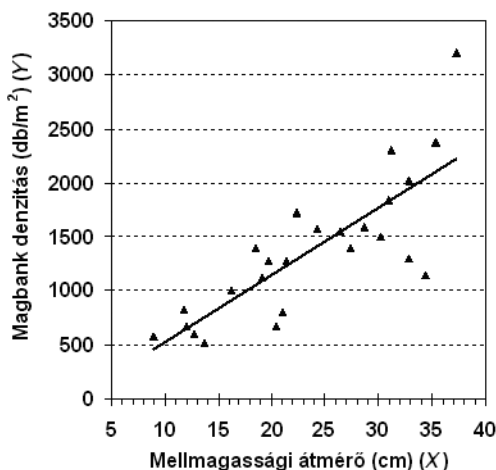


2. ábra. Az akác magbankjának átlagos mennyisége a talaj két rétegében az öt *Pinus nigra* állományban
 Figure 2. Average densities of soil seed bank in the upper (0–6 cm) and lower (6–12 cm) soil layer under *Robinia pseudoacacia* trees in five *Pinus nigra* plantations (filled bars show the average).

(1) Density of seed bank (seeds/m²); (2) Soil layer



3. ábra. Az akác magbankjának százalékos megoszlása a két talajrétegben az öt *Pinus nigra* állományban
 Figure 3. Percentage share of the soil seed bank in the upper (0–6 cm) and lower (6–12 cm) soil layer under *Robinia pseudoacacia* trees in five *Pinus nigra* plantations (filled bar shows the average).



4. ábra. Feketefenyves-állományokban előforduló akác egyedek mellmagassági átmérője (cm) és a koronavetőületük alatti talajból kimutatható magbank denzitása (db/m²) közötti összefüggés.

Az egyenes egyenlete: $Y = 62,49X - 100,75$ ($R^2 = 0,6497$)

Figure 4. Density of total seed bank (seeds/m²) under *Robinia pseudoacacia* trees as a function of their diameter at breast height (cm), in five *Pinus nigra* plantations.

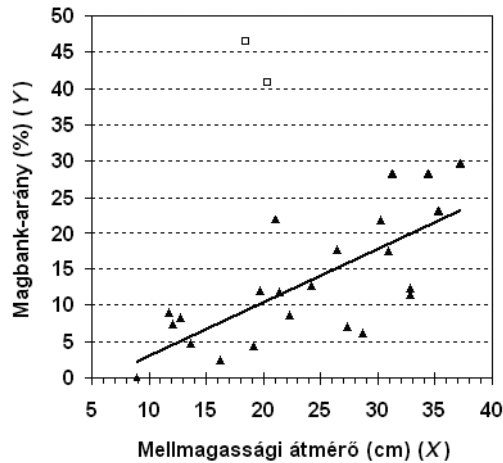
The equation of line: $Y = 62.49X - 100.75$ ($R^2 = 0.6497$), (X) Diameter at breast height (cm); (Y) Density of seed bank (seeds/m²)

Megvitatás

Az akác magbankja az általunk vizsgált feketefenyvesekben 640–2285 db/m² között változott, átlagosan kb. 1400 db/m² volt. SIMKÓ és CSONTOS (2009) budapesti parkok akácfái alatt ennél alacsonyabb, átlagosan 871 db/m² magdenzitást, és – a mechanikai szkarifikáció után – saját eredményünkkel (93,5 %) szinte teljesen megegyező, 94 %-os csírázási arányt mutatott ki. MASAKA és YAMADA (2009) Japánban folytatott vizsgálatain során hasonló, 92–98 %-os csírázóképeséget állapított meg. MARJAI (1995b) a csírázási arányt 96 %-osnak, a magbank denzitását telepített akác állományokban 2000–12000 db/m² közötti értékek találta. Az általunk kimutatott alacsonyabb magdenzitás oka lehet, hogy vizsgálatainkat a feketefenyvesekben magányosan álló akácegyedek alatti talajból végeztük, így az esetlegesen nagyobb távolságra jutott magvak mennyiségét nem ellensúlyozhatta a szomszédos egyedek magszórása.

Az akác magbankját mindkét talajrétegben megtaláltuk, ami megfelel MARJAI (1995a, b) és CSISZÁR (2004) korábban közölt eredményeinek. A magbanknak átlagosan 82,7 %-át találtuk a felső 6 cm-es talajrétegben, amely beleillik a MARJAI (1995a,b) által meghatározott 60–90 %-os intervallumba. A nagyobb magbankú területek, illetve a nagyobb törzsátmérőjű akác-egyedek mélyebb talajrétegében kimutatott nagyobb denzitás-arány az eltemetődés időigényével magyarázható. Az alsó talajréteg két esetben kiugróan magas magtartalma (5. ábra) valószínűleg lokális bolygatásra (nagytestű vadak, emberi tevékenység) vezethető vissza. Ezek a zavarások nemcsak a magvak eltemetődését segíthetik elő, hanem egyes esetekben a magbank-profil inverziójához is vezethetnek (CSONTOS 2001, 2007). Az alsó talajrétegben a csíráképes magok aránya

magasabb volt, mint a felsőben, amelynek oka lehet az eltemetődés által kialakult, a magtúlélés szempontjából előnyösebb környezet (MARJAI 1995a, WITKOWSKI és GARNER 2000), valamint az is, hogy az életképtelen (léha) magok korhadása vélhetően gyorsabb. A magbank denzitásának korfüggő növekedését egyrészt az időződő egyedek magasabb magtermelése okozhatja, másrészt a keményhéjú magvak hosszútávú akkumulációja okozhatja (MARJAI 1995b).



5. ábra. Feketefenyves-állományokban előforduló akác egyedek mellmagassági átmérője (cm) és az alsó (6–12 cm) talajréteg magbankjának aránya (%) közötti összefüggés.

Az egyenes egyenlete: $Y = 0,7375 X - 4,291$ ($R^2 = 0,5380$). A kiugró értékeket üres négyzet jelzi.

Figure 5. Percentage share of soil seed bank of the lower (6–12 cm) soil layer under *Robinia pseudoacacia* trees as a function of their diameter at breast height (cm), in five *Pinus nigra* plantations. The equation of line:

$Y = 0.7375 X - 4.291$ ($R^2 = 0.5380$). (X) Diameter at breast height (cm); (Y) Ratio of seed bank (%).

Empty squares show outliers.

RICHARDSON és KLUGE (2008) szerint a fás szárú *Fabaceae*-fajok inváziós sikerüket elsősorban perzisztens magbankjuknak és a magok fizikai dormanciájának köszönhetik. A fizikai dormancia mellett az akácmagvak életidejét növeli, hogy a bennük található antibakteriális proteineknek köszönhetően a patogénekkal szemben is ellenállóak (TALAS-OĞRAŞ et al. 2005).

Az akác terjedését a különböző eredetű diszturbanciák is elősegítik. Az eredeti areájában élő feketefenyő többszáz éves kort is elérhet, a hazai szuboptimális körülmények miatt a telepített állományokban az egyedek pusztulása jóval korábban megindul. A sekély talajú termőhelyeken már a 40–50 éves állományok ellenállóképessége is gyorsan csökken, és ilyen állapotukban egy tartósabb aszály, vagy bizonyos tömegesen elszaporodó gombakártevők gyors ütemű pusztulási folyamatot indíthatnak meg (KOLTAY 1990, 1997). Mindez elősegíti az invazív fajok terjedését. Kelet-Ázsiában is rendszeresen megfigyelt jelenség a XIX. század második felében betelepített akác elterjedése az őshonos *Pinus thunbergii* Parl. állományaiban, valamint természetes lombdőkben, elsősorban a zavarásoknak leginkább kitett, erősen urbanizált területek környékén (MAEKAWA és NAKAGOSHI 1997, LEE et al. 2004, SONG et al. 2005). Ezenkívül a magyarországi feketefenyvesek a nagy mennyiségben felhalmozódott gyantás tűavarjuknak köszönhetően fokozottan

tűzveszélyes vegetációtípusnak tekinthetők (CSERESNYÉS és CSONTOS 2004, CSERESNYÉS et al. 2006), amit a gyakori fenyvestűzek is bizonyítanak (ZAMBÓ 1995, TAMÁS és CSONTOS 1998). A hőhatás képes az akácmagvak dormanciájának feloldására (MARJAI 1995b, MASAKA és YAMADA 2009), így a leégett területen az invazív faj gyors felújulása várható (AULD és DENHAM 2006, JUNG et al. 2009).

Az elmúlt években lassan megindult Magyarország természetvédelmi területein a feketefenyvesek őshonos állományokká történő átalakítása (KESZTHELYI et al. 1995). Vizsgálataink alapján ez a folyamat az akác inváziója által érintett állományok esetén fokozott óvatosságot igényel. Az akácmagvak akár évtizedekig is elhúzódó csírázásukkal jelentősen gátolhatják, vagy lehetetlenné tehetik az őshonos vegetáció ismételt térhódítását, így a tájidegen erdő után egy újabb tájidegen vegetáció jelenik meg a területen. Mivel mind a magbank mérete, mind a mélyebb talajrétegbe jutott magvak aránya a fa mellmagassági átmérőjével növekszik, a jelenség fokozottan érvényesül az idős, hosszú ideje termést hozó fák által elfoglalt területeken.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom dr. CSONTOS PÉTERnek és BÓZSING ERIKÁnak a terepi mintavételezésben nyújtott segítségéért, valamint a kézirathoz fűzött értékes tanácsaiért. MÁK JÓZSEF (Vértesi Erdő Zrt. Kisbéri Erdészete) és VADAS FERENC (Nagykunsági Erdészeti és Faipari Zrt. Monori Erdészete) az erdőállományokra vonatkozó adatgyűjtésben nyújtottak segítséget.

Irodalom – References

- AULD, T. D., DENHAM, A. J. 2006: How much seed remains in the soil after a fire? *Plant Ecology* 187: 15–24.
- BALOGH, L., DANCZA, I., KIRÁLY, G. 2004: Actual list of neophytes in Hungary and their classification according to their success. In: *Biological invasions in Hungary – Invasive plants* (Eds.: MIHÁLY B., BOTTA-DUKÁT Z.). Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 61–92.
- BARTHA D., CSISZÁR Á., ZSIGMOND V. 2006: Fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.). In: *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények II.* (szerk.: MIHÁLY B., BOTTA-DUKÁT Z.). Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 37–67.
- BASKIN, C. C., BASKIN, J. M. 1998: *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego.
- BORHIDI A. 1956: Feketefenyveseink társulási viszonyai. *Botanikai Közlemények* 46: 275–285.
- CSERESNYÉS I., CSONTOS P. 2004: Feketefenyvesek tűzveszélyességi viszonyainak elemzése McArthur modelljével. *Tájökológiai Lapok* 2: 231–252.
- CSERESNYÉS, I., CSONTOS, P., BÓZSING, E. 2006: Stand age influence on litter mass of *Pinus nigra* plantations on dolomite hills in Hungary. *Canadian Journal of Botany* 84: 363–370.
- CSISZÁR Á. 2004: Adatok a magyar flóra fajainak magbank típus szerinti minősítéséhez. *Tájökológiai Lapok* 2: 219–229.
- CSONTOS P. 2001: *A természetes magbank kutatásának módszerei*. Scientia Kiadó, Budapest.
- CSONTOS, P. 2007: Seed banks: ecological definitions and sampling considerations. *Community Ecology* 8: 75–85.
- CSONTOS P., LŐKÖS L. 1992: Védett edényes fajok térbeli eloszlás-vizsgálata a Budai-hegység dolomitvidékén – Szünbotanikai alapozás természetvédelmi területek felméréséhez. *Botanikai Közlemények* 79: 121–143.
- CSONTOS, P., HORÁNSZKY, A., KALAPOSI, T., LŐKÖS L. 1996: Seed bank of *Pinus nigra* plantations in dolomite rock grassland habitats, and its implications for restoring grassland vegetation. *Annls hist.-nat. Mus. natn. hung.* 88: 69–77.
- CSÓKA GY. 2006: Az akác gubacszúnyog [*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman 1847)] megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem* 42: 663–664.

- CZIMBER GY. 1970: A hazai előfordulását, keményhájú magot termő növények ökológiai és rendszertani vonatkozásai. *Agrártudományi Egyetem, Keszthely, Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei* 13(5): 3–40.
- CZIMBER GY. 1980: A keményhájúság. In: *A magbiológia alapjai* (szerk.: SZABÓ L. GY.). Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 121–135.
- HORÁNSZKY A. 1996: Növénytársulástani, erdőgazdálkodási és természetvédelmi kérdések a Kis- és Nagy-Szénáson. *Természetvédelmi Közlemények* 3–4: 5–19.
- JUNG, S-C., MATSUSHITA, N., WU B-Y., KONDO, N., SHIRAISHI, A., HOGETSU, T. 2009: Reproduction of a *Robinia pseudoacacia* population in a coastal *Pinus thunbergii* windbreak along the Kujukurihama Coast, Japan. *Journal of Forest Research* 14: 101–110.
- KESZTHELYI I., CSAPODY I., HALUPA L. 1995: *Irányelvek a természetvédelem alatt álló erdők kezelésére*. A KTM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei 3. A KTM kiadványa, Budapest.
- KOLTAY A. 1990: A feketefenyő hajtáspusztulását okozó gomba, *Diplodia pinea* (Desm.) Kick (syn. *Sphaeropsis sapinea*) hazai előfordulása. *Növényvédelem* 26: 448–450.
- KOLTAY A. 1997: Új kórokozók megjelenése a hazai feketefenyő-állományokban. *Növényvédelem* 33: 339–341.
- LEE, C-S., CHO, H-J., YI, H. 2004: Stand dynamics of introduced black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantation under different disturbance regimes in Korea. *Forest Ecology and Management* 189: 281–293.
- MAEKAWA, M., NAKAGOSHI, N. 1997: Riparian landscape changes over a period of 46 years, on the Azusa River in Central Japan. *Landscape and Urban Planning* 37: 37–43.
- MARJAI Z. 1995a: Magbank a talajban. *Erdészeti Lapok* 130: 172–174.
- MARJAI Z. 1995b: Az akác-magbank. *Erdészeti Lapok* 130: 311–313.
- MASAKA, K., YAMADA, K. 2009: Variation in germination character of *Robinia pseudoacacia* L. (Leguminosae) seeds at individual tree level. *Journal of Forest Research* 14: 167–177.
- RÉDEI, K., OSVÁTH-BUJTÁS, Z., BALLA, I. 2001: Propagation methods for black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) improvement in Hungary. *Journal of Forest Research* 12: 215–219.
- RÉDEI, K., OSVÁTH-BUJTÁS, Z., VÉPERDI, I. 2008: Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) improvement in Hungary: a review. *Acta Silv. Lign. Hung.* 4: 127–132.
- RICHARDSON, D. M., KLUGE, R. L. 2008: Seed banks of invasive Australian *Acacia* species in South Africa: Role in invasiveness and options for management. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 10: 161–177.
- SIMKÓ H., CSONTOS P. 2009: Fehér akác és tövises lepényfa magbankjának vizsgálata budapesti parkok talajában. *Tájökológiai Lapok* 7: 269–278.
- SONG, I-J., HONG, S-K., KIM, H-O., BYUN, B., GIN, Y. 2005: The pattern of landscape patches and invasion of naturalized plants in developed areas of urban Seoul. *Landscape and Urban Planning* 70: 205–219.
- SVÁB J. 1981: Biometria módszerek a kutatásban. 3. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SZABÓKY CS., CSÓKA GY. 1997: *A Phyllonorycter robiniella* Clemens, 1859 akáclevél-aknázómoly megtelepedése Magyarországon. *Növényvédelem* 33: 569–571.
- TALAS-OĞRAŞ, T., İPEKÇI, Z., BAJROVIĆ, K., GÖZÜKIRMIZI, N. 2005: Antibacterial activity of seed proteins of *Robinia pseudoacacia*. *Fitoterapia* 76: 67–72.
- TAMÁS, J. 2003: History of Austrian pine plantations in Hungary. *Acta Botanica Croatica* 62: 147–158.
- TAMÁS J., CSONTOS P. 1998: A növényzet tűz utáni regenerálódása dolomitra telepített feketefenyvesek helyén. In: *Sziklagyeppek szünbotanikai kutatása* (szerk.: CSONTOS P.). Scientia Kiadó, Budapest, pp. 231–264.
- THOMPSON, K. 1993: Seed persistence in soil. In: *Methods in comparative plant ecology* (Eds.: HENDRY, G. A. F., GRIME, J. P.). Chapman and Hall, London, pp. 199–202.
- TOBISCH T., CSONTOS P., RÉDEI K., FÜHRER E. 2003. Fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) faállományok vizsgálata aljnövényzetük összetétele alapján. *Tájökológiai Lapok* 1: 193–202.
- WALKOVSKYI, A. 1998: Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. *International Journal of Biometeorology* 41: 155–160.
- WITKOWSKI, E. T. F., GARNER, R. D. 2000: Spatial distribution of soil seed banks of three African savanna woody species at two contrasting sites. *Plant Ecology* 149: 91–106.
- ZAMBÓ P. 1995: A Pilisi Parkerdő Rt. területén 1993–1994-ben bekövetkezett erdőtüzekről, a kár mértékéről és annak felszámolására tett erőfeszítésekről. *Erdészeti Lapok* 130: 152.

SEED BANK OF THE INVASIVE BLACK LOCUST (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.)
IN THE SOIL OF PLANTED AUSTRIAN PINE STANDS

I. Cseresnyés

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences
Herman Ottó út 15., Budapest, H-1022, Hungary; e-mail: cseresnyes.imre@rissac.hu

Accepted: 15 September 2010

Keywords: depth distribution, invasive species, hardseededness, *Pinus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, soil seed bank

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), indigenous in North America, became the most dangerous woody plant invador in Hungary. Plantations of the similarly alien Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) also occupy large areas in the country, causing serious nature conservation and economic problems. Stands of exotic trees, such as *Pinus*-plantations, are sensitive to alien plant invasions. Ability of forming persistent soil seed bank enhances the invasion success of black locust, therefore we investigated its seed bank in Austrian pine stands. Five Austrian pine plantations (invaded by black locust) were sampled. In each sampling place five black locust trees were chosen for the investigation. The seed bank was examined in two soil layers (0–6 cm and 6–12 cm deep), by collection of altogether 2400 cm³ soil volume per layer under the canopy of each tree. Seeds were washed out from soil, the hardseededness was broken by mechanical scarification, then the viability was tested by seed germination. The presence of seed bank was detected on each sampling places: in the upper soil layer 1156 seeds/m², in the lower soil layer 242 seeds/m² average density were calculated. 82.7% of collected seeds was found in the upper, while 17.3% in the lower soil layer. We verified, that both the size of seed bank and the share of the seed density in the lower soil layer increased with the age (diameter at breast height) of tree. By reason of the nature conservation efforts, replacement of *Pinus nigra* plantations to native forest or grass associations become increasingly conspicuous. Since black locust proved to be able to develop soil seed bank also in *Pinus nigra* stands, thus it could hamper the establishment of native vegetation even after the removal of *Pinus nigra* from the area.

Függelék

A feketefenyves-állományok GPS-koordinátái, a vizsgált akác egyedek mellmagassági átmérője, a gyűjtött és a csírázott magvak száma, valamint a magbank nagysága a két talajrétegben.

*A terület nincs erdőtagokra osztva.

Appendix

- (1) GPS-coordinates of Austrian pine stands; (2) The diameter at breast height of *Robinia pseudoacacia* trees; (3) The number of seeds collected; (4) The number of seeds germinated; (5) The density of seed bank in the two soil layers. *Area was not divided into forest management units.

Mintavételi hely; GPS-koordináták (1)	Mellmagassági átmérő (cm) (2)	Gyűjtött magok száma (3)		Csírázott magok száma (4)		Magbank (db/m ²) (5)	
		0–6 cm	6–12 cm	0–6 cm	6–12 cm	0–6 cm	6–12 cm
Tárkány 32B; É 47° 35' 06,6" K 17° 56' 05,1" Alt: 143 m	30,9	66	13	61	13	1525	325
	20,4	20	12	16	11	400	275
	21,0	31	10	25	7	625	175
	32,8	49	7	46	6	1150	150
	34,4	40	14	33	13	825	325
Komárom 7A; É 47° 44' 52,4" K 18° 02' 14,8" Alt: 127 m	18,5	32	26	30	26	750	650
	30,2	51	14	47	13	1175	325
	37,2	96	38	90	38	2250	950
	31,2	68	27	66	26	1650	650
	35,3	80	22	73	22	1825	550
Ács 10C; É 47° 44' 51,6" K 18° 01' 00,2" Alt: 120 m	8,9	23	0	23	0	575	0
	12,1	28	2	25	2	625	50
	13,7	22	1	20	1	500	25
	12,7	22	2	22	2	550	50
	11,8	32	3	30	3	750	75
Csévharaszt 601D; É 47° 16' 53,3" K 19° 24' 56,2" Alt: 129 m	27,4	60	4	52	4	1300	100
	19,7	46	7	44	6	1100	150
	16,2	43	2	39	1	975	25
	32,8	75	10	71	10	1775	250
	22,3	65	7	63	6	1575	150
Isaszeg* É 47° 31' 27,1" K 19° 21' 25,4" Alt: 205 m	24,2	56	8	55	8	1375	200
	26,4	53	11	51	11	1275	275
	19,1	43	2	43	2	1075	50
	28,6	65	4	60	4	1500	100
	21,3	48	6	45	6	1125	150